

Audi ✓



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 24 489 A 1

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
B 62 D 21/15  
B 62 D 21/02

21 Aktenzeichen: P 42 24 489.7  
22 Anmeldetag: 24. 7. 92  
23 Offenlegungstag: 27. 1. 94



1 A 688 426 30  
DE 42 24 489 A 1

BEST AVAILABLE COPY

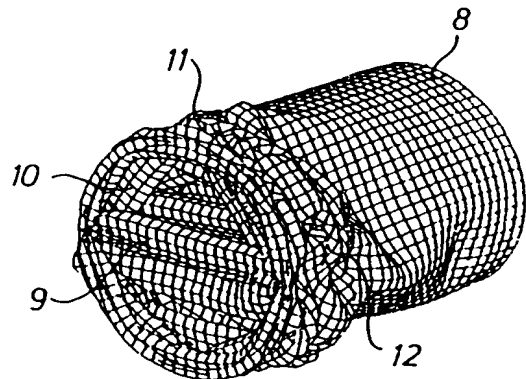
71 Anmelder:  
Audi AG, 85057 Ingolstadt, DE

72 Erfinder:  
Feldschmid, Alois, 8070 Ingolstadt, DE; Timm,  
Heinrich, 8070 Ingolstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

52 Vorderer Längsträger für ein Kraftfahrzeug als Strangpreßprofil aus Leichtmetall

51 Die Erfindung betrifft einen vorderen Längsträger für ein Kraftfahrzeug als Strangpreßprofil aus Leichtmetall mit einer im Querschnitt ringförmig geschlossenen Trägers Außenwand, die einen längsverlaufenden, im Querschnitt gleichbleibenden Profilhohlraum umgibt und mit einem Faltenbeulverhalten bei einer Belastung in Längsrichtung. Erfindungsgemäß ist der Profilhohlraum durch eine ebene Längswand (9) als durchgehender Steg in zwei längsverlaufende, im Querschnitt gleichbleibende Hohlraumkammern geteilt. Bevorzugt soll dabei der ringförmig geschlossene Querschnitt der Trägers Außenwand eine symmetrische Gestalt aufweisen, wobei die Längswand (9) eine Mittenwand ist. Damit wird eine Steigerung der massenspezifischen Energieaufnahme bei einem Faltenbeulvorgang erreicht, wodurch eine verbesserte Materialausnutzung möglich wird.



DE 42 24 489 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen vorderen Längsträger für ein Kraftfahrzeug als Strangpreßprofil aus Leichtmetall nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Zum Aufbau selbsttragender Karosserien werden im Tiefziehverfahren verformte Stahlbleche verwendet. Träger, insbesondere Längsträger mit Hohlprofilen, werden dabei jeweils aus wenigstens zwei tiefgezogenen und miteinander verschweißten Blechen hergestellt. Die Preßwerkzeuge zum Verformen der Bleche sind verhältnismäßig teuer, lassen jedoch hohe Stückzahlen zu, so daß für eine Großserienfertigung damit eine kostengünstige Lösung zur Verfügung steht. Für Kleinserien ist eine solche Karosserieherstellung aufgrund der hohen erforderlichen Werkzeuginvestitionen sehr kostenintensiv.

Es ist daher insbesondere für Kleinserien bekannt (EP 0 146 716 B1), Fahrzeugkarosserien für Personenkraftwagen mit einer Tragstruktur aus Hohlprofilen herzustellen, welche durch Knotenelemente miteinander verbunden sind. Die Hohlprofile sind dabei als Leichtmetall-Strangprofile und die Knotenelemente als Leichtmetall-Gußteile ausgebildet. Neben einer kostengünstigeren Lösung für Kleinserien werden mit einer solchen Konstruktion vorteilhaft auch geringere Karosseriegewichte und Verbesserungen beim Korrosionsschutz erreicht.

Die Tragstrukturen der Karosserien enthalten im Vorderwagen sowohl bei selbsttragenden Karosserien aus Stahlblech (DE-AS 1 801 960) als auch bei Leichtmetall-Karosserien aus Strangprofilen und Knotenelementen (EP 0 146 716 B1) beidseitig verlaufende vordere Längsträger. Diese Längsträger haben neben ihrer Tragfunktion bei modernen Karosserien zudem im Fall eines Frontalaufpralls eine Sicherheitsfunktion dergestalt zu erfüllen, daß sie bei einer Belastung und Formveränderung Aufprallenergien aufnehmen. Die Aufprallenergie wird damit u. a. über die Verformung der vorderen Längsträger abgebaut und nicht in die Fahrgastzelle eingeleitet, die zum Schutz der Insassen möglichst stabil und in ihrer Form unverändert verbleiben soll.

Eine große Energieaufnahme wird in an sich bekannter Weise erreicht, wenn ein Längsträger bei einer Belastung in Längsrichtung verkürzt wird, wobei sich durch ein sog. Faltenbeulverhalten aus der Belastungsrichtung eine Falte an die andere anschließt, wodurch dann die Gestalt eines zusammengeschobenen Faltenbaigs entsteht. Dieses Faltenbeulverhalten weisen bei geeigneter Dimensionierung und Anordnung im Fahrzeug vordere Längsträger mit üblichen Profilquerschnitten wie Viereckprofile, Sechseckprofile, Achteckprofile und Kreisprofile auf (FR 2 439 124). Bei Blechträgerkonstruktionen ist es zudem bekannt (DE-AS 1 801 960) durch querverlaufende Sicken und Aussparungen die Einleitung des Faltenbeulvorgangs zu unterstützen und ein Auffalten ohne Ausknicken des Trägers sicher zustellen. Solche querverlaufenden Sicken und Aussparungen sind aufgrund des Herstellungsverfahrens bei Leichtmetall-Strangpreßprofilen nicht möglich. In einer bekannten Tragstruktur einer Leichtmetallkarosserie (EP 0 146 716 B1) bestehen die Längsträger im Vorderwagen aus einem Strangprofil mit einem im Querschnitt rechteckigen Profilhohlraum.

Auch bei Leichtmetallkarosserien wird angestrebt, Leichtmetallbauteile, insbesondere Träger mit wenig Gewicht einzusetzen, da dadurch einerseits das Fahrzeuggewicht zur Reduzierung des Treibstoffverbrauchs

noch günstiger wird und andererseits eine kostengünstige Fertigung durch geringen Materialaufwand des relativ teuren Leichtmetalls möglich wird. Bei vorderen Längsträgern der Karosserie muß aber in jedem Fall die erforderliche Steifigkeit und Stabilität in Verbindung mit einer bei einem Frontaufprall erforderlichen Energieaufnahme in einem Faltenbeulvorgang gewährleistet sein.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Profil für einen vorderen Leichtmetall-Längsträger eines Kraftfahrzeugs als Strangpreßprofil zu schaffen, das bei geringem Materialeinsatz bei einem Faltenbeulvorgang eine hohe Energieaufnahme als massenspezifische Energieaufnahme aufweist.

Diese Aufgabe wird mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Gemäß Anspruch 1 wird der Profilhohlraum durch eine ebene Längswand als durchgehender Steg in zwei längsverlaufende, im Querschnitt gleichbleibende Hohlraumkammern geteilt.

Ein solches Leichtmetallprofil ist mit Hilfe des Strangpreßverfahrens einfach herstellbar, da keine querverlaufenden Sicken oder Stege enthalten sind.

Es hat sich gezeigt, daß die Einbringung einer bei einer Längsbelastung ungewöhnlichen durchgehenden Längswand die massenspezifische Energieaufnahme bei einem Faltenbeulvorgang merklich erhöht. Dadurch können bei gleichen Energieaufnahmebedingungen Längsträger aus weniger Leichtmetallmaterial verwendet werden, die sowohl gewichtsgünstiger als auch preiswerter herstellbar sind. Es ist somit eine Optimierung hinsichtlich des Materialeinsatzes und/oder der Energieaufnahme bei einem Faltenbeulprozeß möglich.

Nach Anspruch 2 sollen die Hohlraumkammern etwa die gleiche Querschnittsfläche aufweisen, wobei nach Anspruch 3 bevorzugt der ringförmig geschlossene Querschnitt der Trägersaußenwand eine symmetrische Gestalt aufweist und die Längswand als Steg eine Mittenwand ist. Dadurch liegen bei einfacher Herstellung über die Querschnittsgeometrie gleichbleibende Verhältnisse für einen Faltenbeulvorgang vor, so daß der Längsträger bei einer Längsbelastung gleichmäßig in seiner Längsrichtung ohne Ausknicken verkürzt wird. Die Längswand als Mittenwand nimmt dabei, ohne von der Trägerwand abzureißen, am Faltenbeulvorgang teil.

Nach Anspruch 4 wird als Querschnittsform der Trägersaußenwand eine an sich bekannte Rechteckform mit zwei jeweils gegenüberliegenden längeren Wandseiten und kürzeren Wandseiten verwendet. Die durchgehende Längswand verbindet als Steg die Mitten der längeren Wandseiten. Gegenüber der an sich bekannten Rechteck-Querschnittsform ohne Längswand tritt bei der Querschnittsgeometrie mit der Längswand eine merkliche Erhöhung der massenspezifischen Energieaufnahme auf.

Eine besonders hohe und gegenüber einer Rechteckform weiter erhöhte massenspezifische Energieaufnahme tritt nach Anspruch 5 bei einem kreisringförmigen Querschnitt auf, bei dem die Längswand als Steg einen Kreisdurchmesser bildet.

Zweckmäßig wird nach Anspruch 6 die Wandstärke der Trägersaußenwand über den gesamten Umfang gleich ausgeführt und die Wandstärke der durchgehenden Längswand entsprechend gleich gewählt. Damit ergeben sich bei einfacher Herstellung gleichbleibende Verhältnisse über die gesamte Profilgeometrie, was zu einer günstigen Einleitung und zu einem gleichmäßigen Ablauf des Faltenbeulvorgangs führt.

Anhand einer Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Versuchsaufbaus zur Ermittlung der massenspezifischen Energieaufnahme und der mittleren Faltenbeulkraft von Leichtmetall-Strangpreßprofilen als Längsträger bei einem Frontalaufprall.

Fig. 2 untersuchte Querschnittsgeometrien von Leichtmetall-Strangpreßprofilen.

Fig. 3 eine Darstellung eines undeformierten Viereckprofils als Rechteckprofil.

Fig. 4 eine Darstellung des deformierten Rechteckprofils nach Fig. 3.

Fig. 5 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen, undeformierten Viereckprofils als Rechteckprofil mit Steg.

Fig. 6 eine Darstellung des deformierten Rechteckprofils nach Fig. 5.

Fig. 7 eine Darstellung eines undeformierten Kreisprofils (Rohr).

Fig. 8 eine Darstellung des deformierten Kreisprofils nach Fig. 7.

Fig. 9 eine Darstellung eines erfindungsgemäßen, undeformierten Kreisprofils mit Steg.

Fig. 10 eine Darstellung des deformierten Kreisprofils nach Fig. 9.

Fig. 11 ein Diagramm über die Werte der massenspezifischen Energieaufnahme unterschiedlicher untersuchter Querschnittsgeometrien und

Fig. 12 ein Diagramm über Werte für die mittlere Faltenbeulkraft der Querschnittsgeometrien nach Fig. 11.

In Fig. 1 ist der Versuchsaufbau zur Ermittlung einer massenspezifischen Energieaufnahme eines Leichtmetall-Strangpreßprofils 1 bei einer Längsbelastung in einem Frontalaufprall dargestellt. Dazu wird das Leichtmetall-Strangpreßprofil entsprechend der Belastung, wie sie bei einem vorderen Längsträger in einem Kraftfahrzeug auftritt, senkrecht gegen eine Wand 2 gefahren, wobei das Fahrzeug mit seinem Gewicht durch einen Schubwagen 3 simuliert ist. Der Schubwagen 3 hat dabei eine Masse von 1000 kg und fährt mit einer Geschwindigkeit von  $v = 13,89 \text{ m/s}$  das Leichtmetall-Strangpreßprofil 1 gegen die Wand 2. Es wurden die unterschiedlichen Querschnittsgeometrien nach Fig. 2 untersucht, d. h. in der Anordnung nach Fig. 1 wurden Leichtmetall-Strangpreßprofile 1 mit den in Fig. 2 angegebenen Querschnittsgeometrien der Reihe nach untersucht und die Ergebnisse hinsichtlich der massenspezifischen Energieaufnahme und einer mittleren Faltenbeulkraft ermittelt.

Gemäß Fig. 2 wurde ein Viereck als Rechteckform 4 sowohl ohne als auch mit durchgehender Längswand 5 untersucht. Einzelheiten sind in den Fig. 3 bis 6 näher dargestellt. Weiter wurden ein gleichmäßiger Sechseckquerschnitt 6 und Achteckquerschnitt 7 untersucht. Ebenfalls wurde ein Kreisquerschnitt 8 ohne und mit Längswand 9 untersucht. Einzelheiten sind in den Fig. 7 bis 10 gezeigt.

Um die untersuchten Strangpreßprofile mit unterschiedlichen Querschnittsgeometrien vergleichbar zu machen, wurde jeweils eine Länge der Strangpreßprofile von 400 mm und eine Wandstärke von 1,7 mm aller auftretenden Wände gewählt. Zudem liegt der Querschnittsdurchmesser bei 100 mm bei etwa gleicher Querschnittsfläche, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist.

In Fig. 3 ist ein Viereck-Strangpreßprofil als Rechteckprofil 4 (ohne Steg) im undeformierten Zustand ge-

zeigt, wie es als vorderer Längsträger in einem Kraftfahrzeug verwendet wird.

In Fig. 4 ist dasselbe Rechteckprofil im deformierten Zustand dargestellt, wobei die Krafteinleitung entsprechend der Aufprallstelle gemäß der Anordnung nach Fig. 1 von der linken Seite her erfolgte. Es ist zu ersehen, daß die Länge des Rechteckprofils 4 unter Bildung von querverlaufenden Falten 10 und Beulen 11 verkürzt ist.

In Fig. 5 ist ein undeformiertes Rechteckprofil 4 entsprechend Fig. 3, jedoch mit einer mittleren Längswand 5 (Steg) dargestellt.

In Fig. 6 ist dasselbe Rechteckprofil 4 nach dem Faltenbeulvorgang dargestellt. Es ist zu erkennen, daß auch die Längswand 5, ohne von der umgebenden Außenwand abzureißen, durch Falten und Beulen verformt wurde, wobei an der Außenwand Einbuchtungen 12 im Bereich der Längswand 5 auftreten.

In Fig. 7 ist ein undeformiertes Strangpreßprofil mit kreisringförmigem Querschnitt gezeigt, wie es als vorderer Längsträger in einem Kraftfahrzeug verwendbar ist.

In Fig. 8 ist das gleiche Profil nach einem Frontalaufprall im deformierten Zustand gezeigt, wobei auch hier die Krafteinleitung von links her erfolgte. Auch hier tritt eine Verkürzung unter Bildung von querverlaufenden Falten 10 und Beulen 11 auf.

In Fig. 9 ist ein erfindungsgemäßes Leichtmetall-Strangpreßprofil mit kreisringförmigem Querschnitt 8 und einer mittleren Längswand 9 (Steg) dargestellt.

In Fig. 10 ist das Profil nach Fig. 9 im deformierten Zustand nach dem Aufprall gezeigt. Auch hier nimmt die Längswand 9, ohne von der umgebenden Außenwand abzureißen, am Faltenbeulvorgang teil, wobei auch hier Einbuchtungen 12 im Bereich des Übergangs von der Außenwand zur Längswand 9 auftreten.

In den Fig. 11 und 12 sind die Ergebnisse der Untersuchungen hinsichtlich der massenspezifischen Energieaufnahme (Wert in kJ/kg) und mittleren Faltenbeulkraft (Werte in kN) angegeben.

Aus Fig. 11 ist ersichtlich, daß mit der erfindungsgemäßen Maßnahme durch Einbringung einer Längswand 5, 9 als Steg die massenspezifische Energieaufnahme im Vergleich zu einer Querschnittsgeometrie ohne Steg erheblich gesteigert werden kann. Bei einer Viereckgeometrie wurde eine Steigerung des Wertes von 18,8 auf 27,4 und bei einer Kreisgeometrie von 29,2 auf 32,2 ermittelt. Die höchste massenspezifische Energieaufnahme und somit die beste Materialausnutzung wurde für die Querschnittsgeometrie Kreis mit Steg mit einem Wert von 32,2 festgestellt. Dieser Wert liegt auch höher als die Werte für Sechseck (27,7), Achteck (28,1) und Kreis (29,2) jeweils ohne Steg.

In Fig. 12 ist noch die mittlere Faltenbeulkraft angegeben, wobei zu ersehen ist, daß diese bei den erfindungsgemäßen Ausführungen mit Steg im Vergleich zu den übrigen Querschnittsgeometrien höher liegt, was die Stabilität beim Einsatz als Längsträger in einer Fahrzeugkarosserie verbessert.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß durch Einbringen der erfindungsgemäßen Längswand bei einem Frontalaufprall weiter ein gleichmäßiger Faltenbeulvorgang in Verbindung mit einer vorteilhaften Erhöhung der massenspezifischen Energieaufnahme gewährleistet ist.

#### Patentansprüche

1. Vorderer Längsträger für ein Kraftfahrzeug als

Strangpreßprofil aus Leichtmetall  
mit einer im Querschnitt ringförmig geschlossenen  
Trägeraußenwand, die einen längsverlaufenden, im  
Querschnitt gleichbleibenden Profilhohlraum um-  
gibt und  
mit einem Faltenbeulverhalten bei einer Belastung  
in Längsrichtung,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
daß der Profilhohlraum durch wenigstens eine ebe-  
ne Längswand (5; 9) als durchgehender Steg in zwei  
längsverlaufende, im Querschnitt gleichbleibende  
Hohlraumkammern geteilt ist.  
2. Vorderer Längsträger nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Hohlraumkammern etwa  
die gleiche Querschnittsfläche aufweisen.  
3. Vorderer Längsträger nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet, daß der ringförmig ge-  
schlossene Querschnitt der Trägeraußenwand eine  
symmetrische Gestalt aufweist, und daß die Längs-  
wand (5; 9) als Steg eine Mittenwand ist.  
4. Vorderer Längsträger nach Anspruch 3, dadurch  
gekennzeichnet,  
daß der ringförmig geschlossene Querschnitt der  
Trägeraußenwand die Gestalt eines Vierecks als  
Rechteck (4) hat mit zwei jeweils gegenüberliegen-  
den längeren Wandseiten und kürzeren Wandsei-  
ten, und  
daß die Längswand (5) als Steg die Mitten der län-  
geren Wandseiten verbindet.  
5. Vorderer Längsträger nach Anspruch 3, dadurch  
gekennzeichnet,  
daß der Querschnitt der Trägeraußenwand kreis-  
ringförmig als Kreis (8) geschlossen ist, und  
daß die Längswand (9) als Steg ein Kreisdurchmes-  
ser des Querschnitts ist.  
6. Vorderer Längsträger nach einem der Ansprüche  
1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Wandstärke der Trägeraußenwand gleich  
ist, und  
daß die Wandstärke der Längswand (5; 9) der  
Wandstärke der Trägeraußenwand entspricht.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

45

50

55

60

65

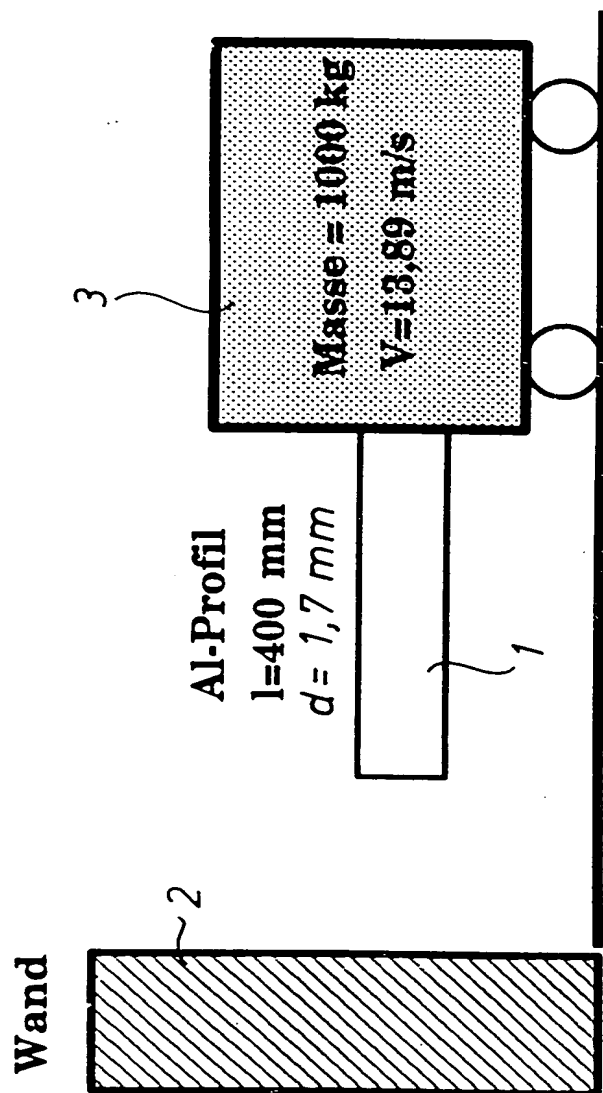
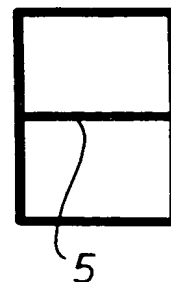
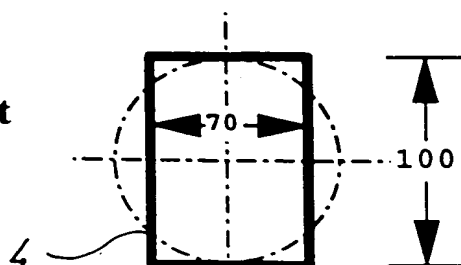
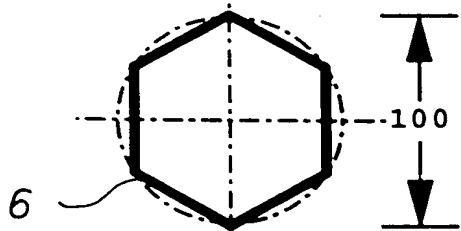


FIG. 1

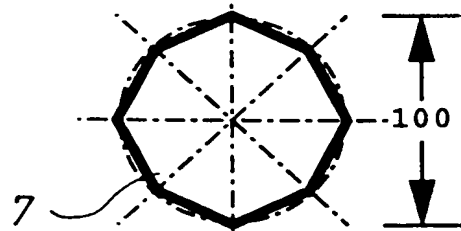
4-Eck ohne / mit  
Steg



6-Eck



8-Eck



Kreis ohne / mit  
Steg

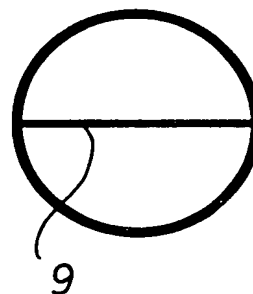
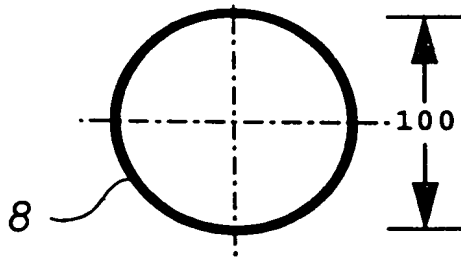


FIG. 2

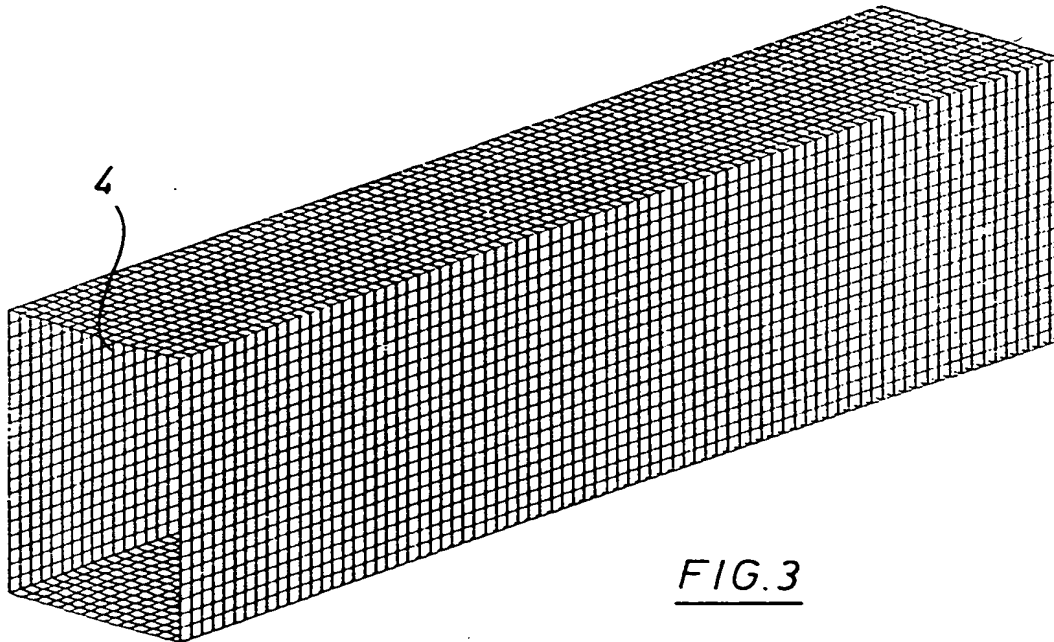


FIG. 3

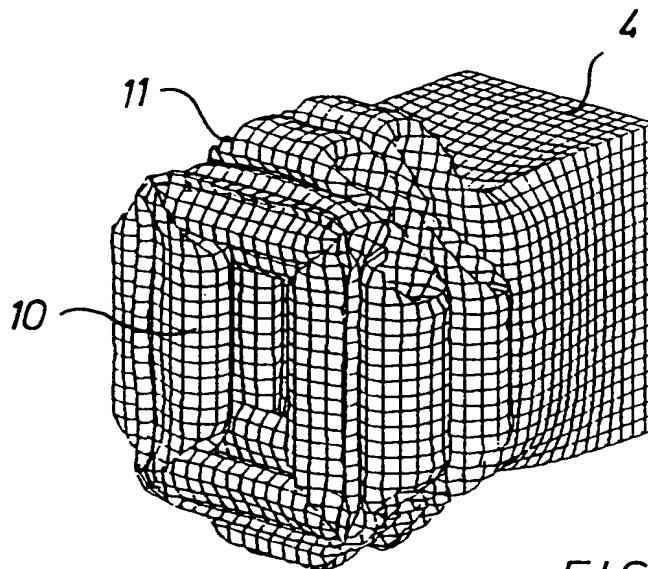


FIG. 4

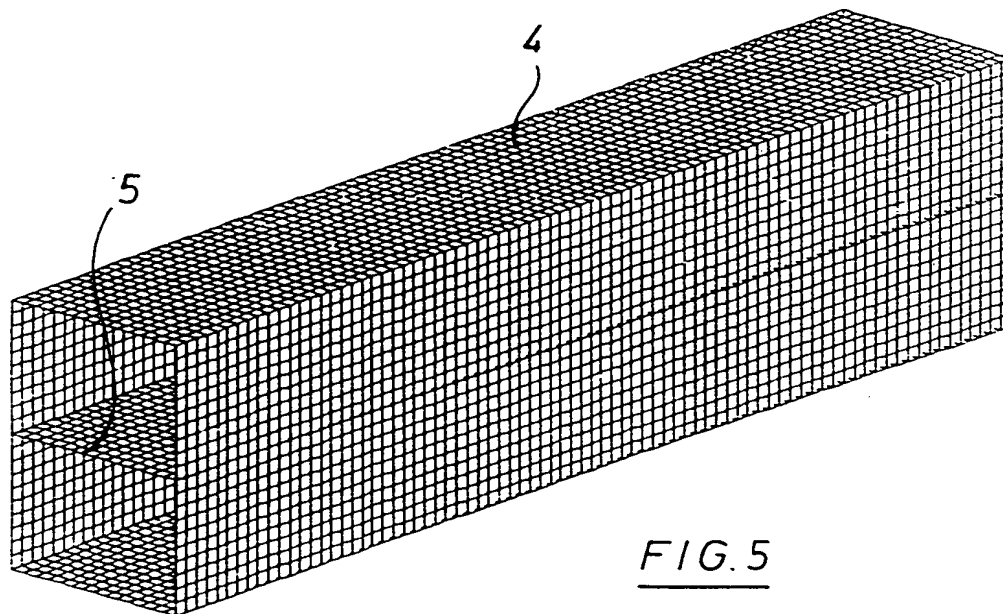


FIG. 5

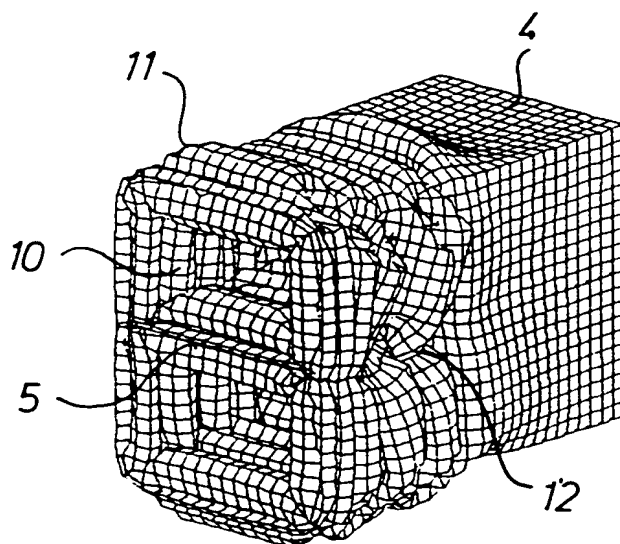


FIG. 6

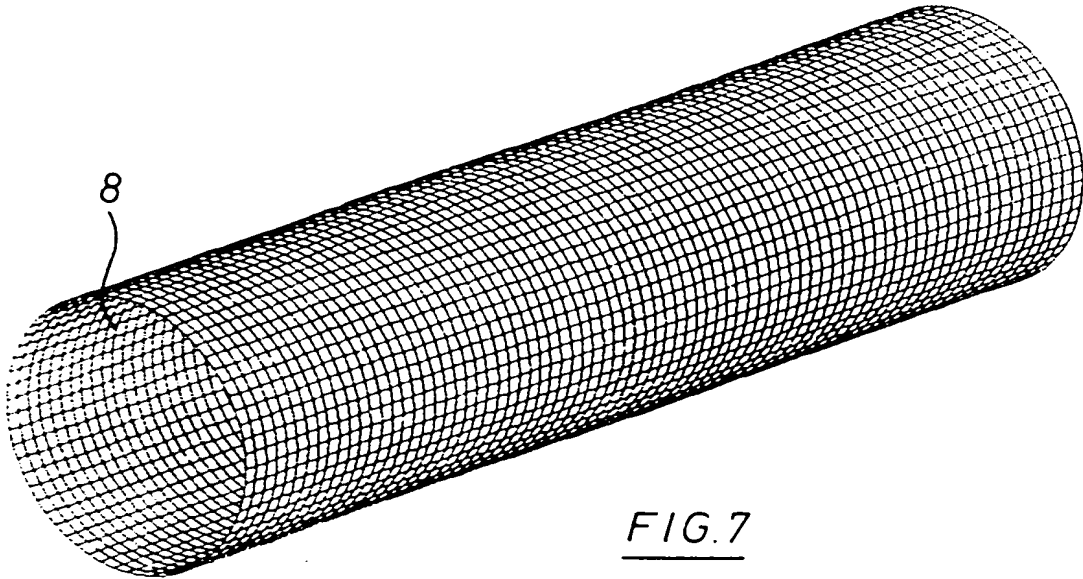


FIG. 7

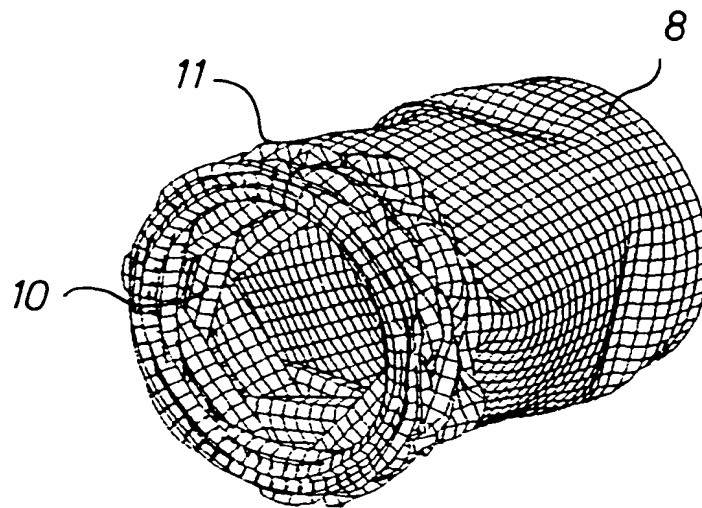


FIG. 8

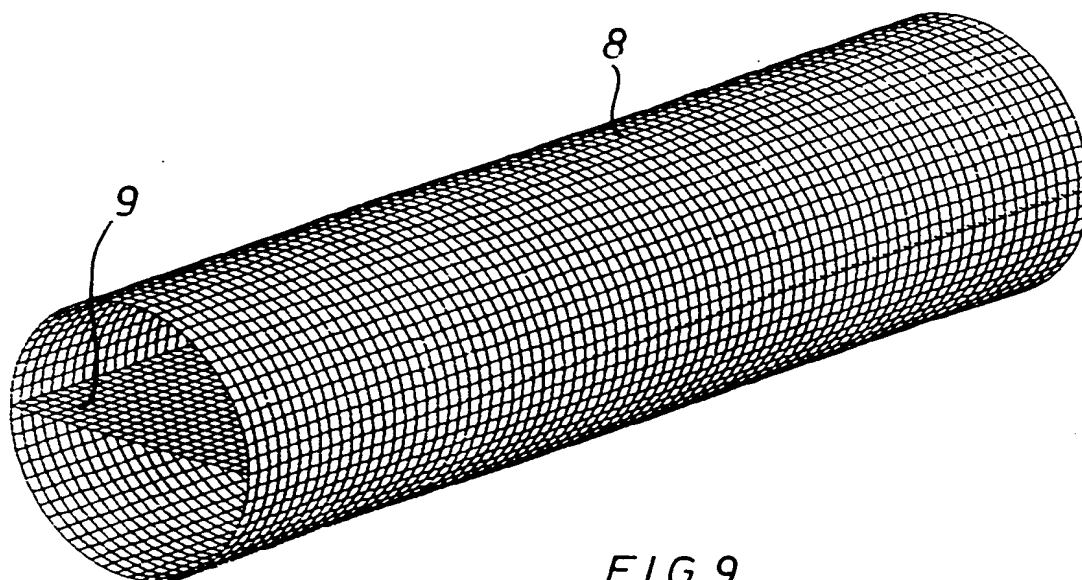


FIG. 9

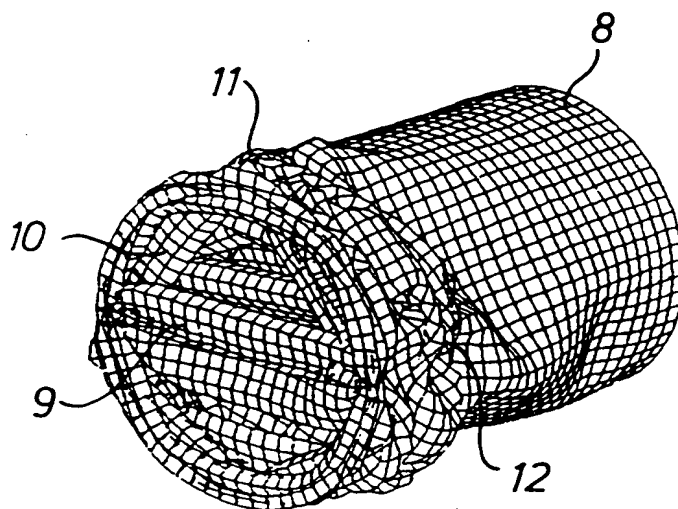


FIG. 10

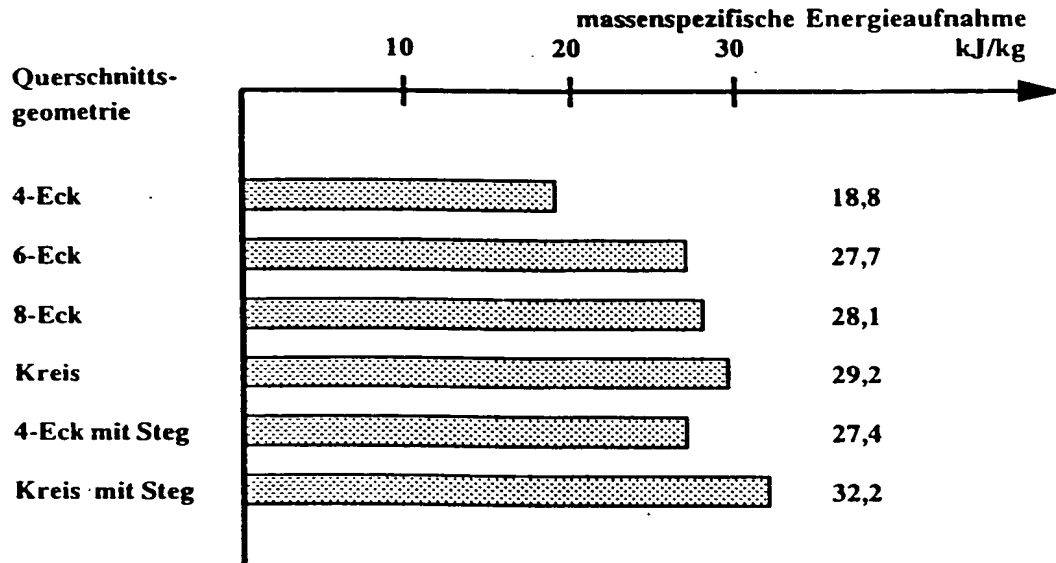


FIG.11

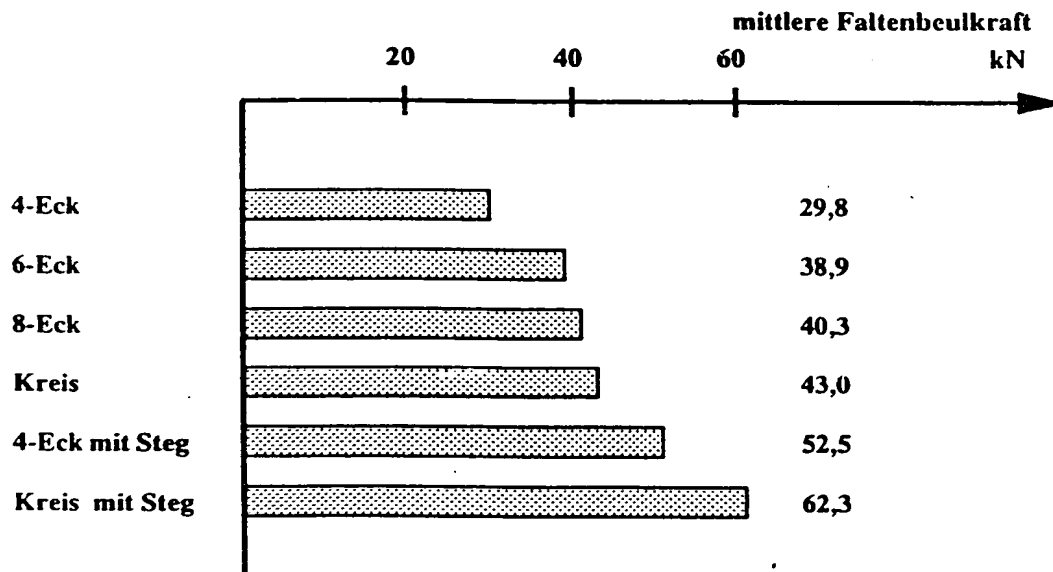


FIG.12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☒ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☒ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**